

світлодіодів. За результатами запропоновано ряд критеріїв вибору співвідношення інтенсивності випромінювання світлодіодів системи для забезпечення комфортного світлового середовища в залежності від пріоритетності вимог по якості світла.

### **МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ БЕЛОГО СВЕТА В RGBW СИСТЕМАХ ОСВЕЩЕНИЯ**

Калустова Д.А., Корнага В.И., Рыбалочка А.В., Валух С.И.

### **METHODS FOR OBTAINING WHITE LIGHT IN RGBW LIGHTING SYSTEMS**

Kalustova D.O., Kornaga V.I., Rybalochka A.V., Valyukh S.I.

**УДК 628.9**

**Несжмаков П.І., д-р техн. наук, проф., Говорова К.В., асп.**

Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова

[hovorova.metrology.kh@gmail.com](mailto:hovorova.metrology.kh@gmail.com)

### **ИНДЕКС КОЛЬОРОПЕРЕДАЧИ: ПОКРАЩЕНИЯ ОЦЕНИВАНИЯ КОЛІРНОЇ РІЗНИЦІ**

#### **Вступ.**

З розробленням нових джерел світла (наприклад LED) питання оцінки властивостей передавання кольору цими джерелами набуло важливого практичного значення. Переважна більшість таких джерел світла призначені для освітлення, що наближено до денного освітлення, торгових центрів, на виробництві, в театрах, житлових будівлях, тощо. Суб'єктивне сприйняття кольору світла, що випромінюється такими джерелами, відповідає кольору фази природного денного світла в межах від 4000 К до 6500 К. Проте, відносне спектральне розподілення енергії випромінювання багатьох штучних джерел денного світла не відповідає розподіленню енергії природного денного світла відповідного або наближеного кольору (колірної температури). Невідповідність спектральної складової є основним чинником, за яким колір предмету, при освітленні різними джерелами світла буде відрізнятися. Для врахування цього показника було введено таку характеристику фотометричної величини як кольоропередача. Загальний індекс кольоропередачі визначається як середнє арифметичне значення восьми (або більше) значень різниці координат кольору та кольоровості  $\Delta E_{a,i}$  для восьми (або більше) стандартних зразків [1]. Колірна різниця розраховується на основі порівняння (у векторних одиницях) спектральних характеристик джерела світла та спектральної густини потоку випромінювання, вибраногов якості еталонного - абсолютного чорного тіла. Для зменшення невизначеності обирається еталонний випромінювач, колірна температура якого максимально наближена до джерела випромінювання, що досліджується, тобто еталонне випромінювання вибирається таким чином, щоб колірна різниця була, наскільки це можливо, меншою, ніж  $5,4 \cdot 10^{-3}$  [1]. Такий критерій хоча й виключає необхідність врахування зміни стану адаптації ока, проте не враховує неоднорідності сприйняття колірної відмінності.

#### **Основна частина.**

Колірними просторами CIE 1976 p.L\*a\*b\* забезпечується обчислення колірної різниці у вигляді векторних відстаней в цих просторах. Промислова практика визначення малих значень колірної різниці показує неоднорідні результати в розрахункових значеннях у різних діапазонах і в різних напрямках у наведеному колірному просторі [2]. У звіті «Параметричні ефекти при оцінці колірної різниці» [3] описується кілька факторів, які впливають на співвідношення між розрахованими параметрами колірної різниці та результатами вимірювань колірних параметрів. За результатами досліджень було визначення базові умови зорових задач, на основі яких було прийнято формулу визначення колірної різниці. Комітет вимірювання кольорів співтовариства фарб і кольорів (Colour Measurement Committee of the Society of

Dyerson and Colourists defined) запропонував формулу колірної різниці – СМС (I:c), яку було залучено до деяких стандартів ISO. Проте дана формула має ряд недоліків, які було усунуто в наступній публікації ТС 1 - 29 Міжнародної комісії з освітлення (CIE) – стандарті, щодо формули колірної різниці CIE94.

Рівняння CIE94 зменшило, але не вирішило проблему однорідності сприйняття, через наявність вагового коефіцієнту, який залежить від сфери використання (промисловість або мистецтво), тому комітет ТС 1 - 43 CIE відкоригував формулу визначення колірної різниці CIEDE2000 додавши п'ять доповнень: поворот колірного кута тону  $R_T$ , щоб усунути проблеми в синій області; компенсацію для нейтральних кольорів; компенсацію для світлості  $S_L$ ; компенсацію для насиченості кольору  $S_C$ ; компенсацію для тону  $S_H$ . Загальний вигляд формули CIEDE2000 [4] є:

$$\Delta E_{00} = \sqrt{\left(\frac{\Delta L^*}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2 + R_T \left(\frac{\Delta C^*}{K_C S_C}\right)^2 \left(\frac{\Delta H^*}{K_H S_H}\right)^2} \quad (1)$$

При значеннях  $\Delta E_{00} < 1$  – людське око із чутливістю вище середньостатистичної людини не відчуває колірної різниці [5].

Наведена формула враховує сприйняття неоднорідності колірного простору, що дає можливість більш точно обрати еталонне джерело випромінювання при розрахунках індексу кольоропередачі, особливо у випадках дослідження LED джерел світла, що мають велику палітру та різноманіття кольоровості.

#### **Висновки.**

Пропонується застосувати формулу визначення колірної різниці CIEDE2000, яка враховує сприйняття неоднорідності колірного простору, при розрахунках індексу кольоропередачі, що виконуються в Україні.

#### **Перелік посилань:**

1. ДСТУ CIE 13.3:2019 (CIE 13.3-1995, IDT). Метод вимірювання та визначення властивостей кольорового відтворення джерел світла. [Чинний від 2020-01-01]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id\\_doc=88102](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=88102) (дата звернення 3.02.2021).
2. ДСТУ CIE 15:2019 (CIE 15:2004, IDT). Колориметрія. [Чинний від 2020-01-01]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=88095](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88095) (дата звернення 3.03.2021).
3. CIE 101-1993. Parametric effects in colour-difference evaluation. URL: <https://cie.co.at/publications/parametric-effects-colour-difference-evaluation> (last access: 7.04.2021).
4. ISO/CIE 11664-6:2014 Colorimetry — Part 6: CIEDE2000 Colour-difference formula. URL: <https://www.iso.org/standard/63731.html> (last access: 7.04.2021).
5. Центр знань BenQ. Як ми визначаємо точність кольорів? : веб-сайт. URL: <https://www.benq.eu/uk-ua/knowledge-center/knowledge/define-accurate-color.html> (дата звернення: 10.03.2021).

#### **ИНДЕКС ЦВЕТОПЕРЕДАЧИ: УЛУЧШЕНИЕ ОЦЕНКИ ЦВЕТОВОЙ РАЗНИЦЫ**

Неежмаков П.И., Говорова Е.В.

#### **COLOR RENDERING INDEX: IMPROVING COLOR-DIFFERENCE ASSESSMENT**

Neezhmakov P., Hovorova E.